

SUBSTRATE HAVING OPTICAL WAVEGUIDE AND ELECTRIC CIRCUIT AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SUBSTRATE

Publication number: JP2002277694

Publication date: 2002-09-25

Inventor: HIRAMATSU SEIKI; FUJIOKA HIROFUMI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- International: G02B6/42; G02B6/122; G02B6/13; H01L31/0232; H01S5/022; H05K1/02; G02B6/43; G02B6/42; G02B6/122; G02B6/13; H01L31/0232; H01S5/00; H05K1/02; G02B6/43; (IPC1-7): G02B6/42; G02B6/122; G02B6/13; H01L31/0232; H01S5/022; H05K1/02

- european:

Application number: JP20010077815 20010319

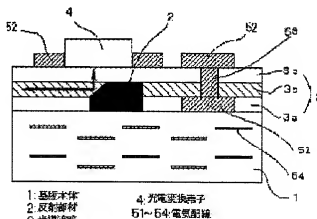
Priority number(s): JP20010077815 20010319

Report a data error here

Abstract of JP2002277694

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a substrate having an optical waveguide and an electric circuit and improved in packaging density and the efficiency of light propagation.

SOLUTION: The optical waveguide 3 and a photoelectric transducing element 4 having a light receiving part or a light emitting part on the side of the waveguide 3 are mounted on a substrate body 1 and a reflection member 2 opposed to the core part 3b of the waveguide 3 obliquely to the optical axis of the waveguide 3 and consisting of a lump-like metal optically connects light propagated through the waveguide 3 to the element 4.



- 1: 基板本体
2: 反射部材
3: 光導波路
3a: 下部クラッド部
3b: コア部
3c: 上部クラッド部
4: 光電変換素子
51~54: 電気配線

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-277694

(P2002-277694A)

(43) 公開日 平成14年9月25日 (2002.9.25)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------|
| G 0 2 B 6/42 | | G 0 2 B 6/42 | 2 H 0 3 7 |
| | 6/122 | H 0 1 S 5/022 | 2 H 0 4 7 |
| | 6/13 | H 0 5 K 1/02 | T 5 E 3 3 8 |
| H 0 1 L 31/0232 | | G 0 2 B 6/12 | B 5 F 0 7 3 |
| H 0 1 S 5/022 | | | M 5 F 0 8 8 |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-77815(P2001-77815)

(22) 出願日 平成13年3月19日 (2001.3.19)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 平松 星紀

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(73) 発明者 藤岡 弘文

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100107439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

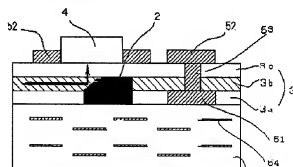
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路および電気回路を有する基板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 実装密度と光の伝播効率を向上した光導波路および電気回路を有する基板を得る。

【解決手段】 基板本体1に、光導波路3と、光導波路3側に受光部または発光部を有する光電変換素子4とが設けられ、反射部材2は、光導波路3のコア部3bに光導波路3の光軸に対して傾斜して対向し、かつ塊状の金属からなるもので、光導波路3を伝播した光を上記光電変換素子4に光学的に接続する。



1: 基板本体
2: 反射部材
3: 光導波路
3a: 下部クラッド部;
3b: コア部
3c: 上部クラッド部
4: 光電変換素子
51~54: 電気配線

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板本体と、この基板本体に設けられた光導波路と、この光導波路上または上記基板本体に設けられ、上記光導波路または基板本体側に受光部または発光部を有する光電変換素子と、上記光導波路と上記光電変換素子とを光学的に接続する反射部材とを備え、上記反射部材は、上記光導波路に埋設され、上記光導波路との対向面が光導波路の光軸に対して傾斜し、塊状の金属からなることを特徴とする光導波路および電気回路を有する基板。

【請求項2】 光導波路が下部クラッド部と、この下部クラッド部に設けたコア部と、このコア部に設けた上部クラッド部とからなり、反射部材は少なくとも上記コア部と対向することを特徴とする請求項1に記載の光導波路および電気回路を有する基板。

【請求項3】 光導波路内に電気配線が設けられ、光導波路上または基板本体に設けられた電気配線と電気的に接続されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光導波路および電気回路を有する基板。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の光導波路および電気回路を有する基板が複数積層されたもので、上記光導波路および電気回路を有する一方の基板に設けられた第1の反射部材と、上記光導波路および電気回路を有する他方の基板に設けられた第2の反射部材との光接続、並びに上記光導波路および電気回路を有する一方の基板に設けられた第1の電気配線と、上記光導波路および電気回路を有する他方の基板に設けられた第2の電気配線との電気的接続の少なくとも一方が施されていることを特徴とする光導波路および電気回路を有する基板。

【請求項5】 下部クラッド部とこの下部クラッド部に設けたコア部とこのコア部に設けた上部クラッド部とからなり、基板本体に設けられた光導波路の、少なくとも上記コア部に対向して、反射部材が埋設される請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法であって、上記基板本体に、上記光導波路の光軸に対して傾斜する面を備えた塊状の金属からなる反射部材を設ける工程、並びに上記反射部材を埋設するように光導波路を設ける工程を施す光導波路および電気回路を有する基板の製造方法。

【請求項6】 基板本体に反射部材を設ける工程の前に、基板本体上に予め光導波路の下部クラッド部を設ける工程を施すことを特徴とする請求項1に記載の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光導波路および電気回路を有する基板（以下、光—電気回路基板と略す）およびその製造方法に関するものである。なお、光—電気回路基板とは、光信号の伝播を行なう光導波路と、電

気信号の伝送を行なう電気回路の両方を併せ持つ回路基板を意味する。

【0002】

【従来の技術】高速度大容量の光通信システムや多数のプロセッサ間を並列信号処理する超並列コンピュータの開発に向けて、高密度で装置内を通信する光インターコネクションの開発が努力的に行なわれている。この様な光インターコネクションを行なう際、伝播された光信号の処理は電子デバイスが担うため、それらを接続する境界デバイスには光導波路、光電変換素子、電子制御用のLSIやスイッチ、または電子部品を駆動させるための電気回路があわさった光—電気混合システムが必要になる。中でも高速広帯域な通信システムを実現するためにVertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL)、Laser Diode (LD) やフォトダイオード (PD) のような光電変換素子を実装できる光—電気回路基板の要求が高まっている。

【0003】図9は、特開2000-47044号公報に記載された光信号伝播システムの構成を示す断面図であり、図中、60は受光素子、61は基板、62はクラッド、63はコア、64はミラー、65は入射側反射面、66は出射側反射面、67は発光素子である。即ち、基板61上、クラッド62とコア63とからなる光導波路に設けたミラー64により、発光素子67からの光の進行方向を曲げるにより受光素子60に受光させる光信号伝播システムである、ミラー64はクラッド62ともコア63とも異なる材料を用い、かつその端面をコア63の端面に対して所定の角度 θ をもって対向させたもので、例えば石英等の無機材料、エポキシ系やアクリル系の紫外線硬化樹脂、ポリイミド等の高分子材料を用いることができるというものである。

【0004】また、特開平11-183761号公報には、基板に設けられたクラッド部とコア部とからなる光導波路と、上記基板上に実装され、下面に受光部または発光部を有する光電変換素子とを、上記光導波路の端面对向するとともに上記光電変換素子の下方で対向する鏡面を介して光学的に接続した光接続構造で、上記光導波路の端面と上記鏡面の間に上記コア部とはほぼ同じ屈折率を有する樹脂を充填したものである。例えば上記鏡面は、クラッド部と同様に積層された層に、基板の上面に対して所定の斜面を形成し、その斜面に金属を蒸着やスパッタ法等により被着することによって形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開2000-47044号公報に記載されたものは、ミラーとして例えば石英等の無機材料を用いているので、応力により割れやすいことや、またエポキシ系やアクリル系の紫外線硬化樹脂、ポリイミド等の高分子材料を用いているので、線膨張率が大きいことのため、光の伝播特性

が安定しないという課題があり、さらに上記ミラーが光の一部を通過させるため反射率が悪く光の伝播効率が悪いという課題があった。また、特開平11-183761号公報に記載されたものは、鏡面は金属を被着させたもので、金属厚さが薄いため、ミラーが光の一部を通過させるため反射率が悪く光の伝播効率が悪いという課題があった。

【0006】本発明はかかる課題を解消するためになされたもので、実装密度と光の伝播効率とが向上し、かつ安定した伝播特性を有する光導波路および電気回路を有する基板、並びに製造効率が良い光導波路および電気回路を有する基板の製造方法を得ることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第1の光導波路および電気回路を有する基板は、基板本体と、この基板本体に設けられた光導波路と、この光導波路上または上記基板本体に設けられ、上記光導波路または基板本体側に受光部または発光部を有する光電変換素子と、上記光導波路と上記光電変換素子とを光学的に接続する反射部材とを備え、上記反射部材は、上記光導波路に埋設され、上記光導波路との対向面が光導波路の光軸に対して傾斜し、塊状の金属からなるものである。

【0008】本発明に係る第2の光導波路および電気回路を有する基板は、上記第1の光導波路および電気回路を有する基板において、光導波路が下部クラッド部と、この下部クラッド部に設けたコア部と、このコア部に設けた上部クラッド部とからなり、反射部材は少なくとも上記コア部と対向するものである。

【0009】本発明に係る第3の光導波路および電気回路を有する基板は、上記第1または第2の光導波路および電気回路を有する基板において、光導波路内に電気配線が設けられ、光導波路上または基板本体に設けられた電気配線と電気的に接続されているものである。

【0010】本発明に係る第4の光導波路および電気回路を有する基板は、上記第1ないし第3のいずれかの光導波路および電気回路を有する基板が複数層重なったもので、上記光導波路および電気回路を有する一方の基板に設けられた第1の反射部材と、上記光導波路および電気回路を有する他方の基板に設けられた第2の反射部材との光接続、並びに上記光導波路および電気回路を有する一方の基板に設けられた第1の電気配線と、上記光導波路および電気回路を有する他方の基板に設けられた第2の電気配線との電気的接続の少なくとも一方が施されているものである。

【0011】本発明に係る第1の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法は、下部クラッド部とこの下部クラッド部に設けたコア部とこのコア部に設けた上部クラッド部とからなり、基板本体に設けられた光導波路の、少なくとも上記コア部に対向して、反射部材が埋設される上記第2ないし第4のいずれかの光導波路および

電気回路を有する基板の製造方法であって、上記基板本体に、上記光導波路の光軸に対して傾斜する面を備えた塊状の金属からなる反射部材を設ける工程、並びに上記反射部材を埋設するように光導波路を設ける工程を施す方法である。

【0012】本発明に係る第2の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法は、上記第1の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法において、基板本体に反射部材を設ける工程の前に、基板本体に少なくとも光導波路の下部クラッド部を設ける工程を施す方法である。

【0013】

【発明の実施の形態】実施の形態1。図1は本発明の第1の実施の形態の光—電気回路基板を説明する断面図であり、光信号の伝播を行なう光導波路と、電気信号の伝送を行なう電気回路の両方を併せ持つ基板である。なお、図中、1は基板本体で、図は電気配線を有する電気回路基板であり、2は反射部材、3は下部クラッド部3aとコア部3bと上部クラッド部3cとからなる光導波路、4は光電変換素子、51〜54は電気配線である。

【0014】即ち、図1に示すように、本実施の形態の光—電気回路基板は、基板本体1に、光導波路3とこの光導波路3側に受光部または発光部を有する光電変換素子4とが設けられ、上記光導波路3に埋設された反射部材2により上記光導波路3を伝播した光を上記光電変換素子4に光学的に接続することができる。

【0015】本発明の実施の形態に係る反射部材2は、塊状の金属からなり、光導波路3を伝播してきた光信号を効率よく光電変換素子4に光学的に接続させるためのもので、光導波路3との対向面が光導波路3の光軸に対して傾斜し、約45°の傾斜を持つと、光路を約90°曲げる作用を有する。しかし、上記対向面は、効率良く光学的に接続できるように、傾斜角度を調節されるもので、上記傾斜角度に限定されるものではない。また、図2(a)〜(c)は本実施の形態の光—電気回路基板において、反射部材2と光導波路3が対向する領域を示す断面図である。即ち、図1では反射部材2が基板本体1の上面からコア部3bの上面まで作製されているが、反射部材2は図2に示す様に、少なくともコア部3bに対向するように作製されていれば、所期目的を達成することができる。

【0016】また、反射部材2としては、Au、Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Zn、Co、Fe、Mn、Cr、Al、Sn、Pb、In、Bi、Tiなどの金属またはその合金を用いることができる。反射部材2が塊状の金属またはその合金であるので、光導波路を伝播した光を効率良く反射することができ光の伝播効率が向上するとともに、反射部材2を電気回路を構成する電気配線の一部として利用することができ、実装密度が向上する。

【0017】本発明の実施の形態に係る光導波路3

は、図1に示すように、下部クラッド部3aと、この下部クラッド部に設けたコア部3bと、このコア部に設けた上部クラッド部3cとからなり、光信号は、クラッド部3a、3cの屈折率より大きい屈折率を持つコア部3bを通じて、基板本体1と平行な方向に伝播する。なお、図1ではコア部3b中を光が直進するように描かれているが、実際は所定の臨界面角の範囲内で入射した光がコア部3bと上部クラッド部3aおよび下部クラッド部3cとの界面で全反射を繰り返しながら伝播することは言うまでもない。また、光導波路3に使用される材料は SiO_2 、 TiO_2 もしくは Al_2O_3 などのセラミックス、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂もしくはポリカーボネート樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂などの有機高分子、シリコン樹脂などの無機高分子、GaAs、GaP、InP、InAs、ZnO、ZnSもしくはCdSなどの化合物半導体、またはそれらの誘導体、共重合体もしくは混合体であり、光信号の伝播波長により前記材料の官能基をフッ素化、重水素化もしくはハロゲン化したものを用いても良い。また光導波路内を伝播する光のモードはシングルモードであってもマルチモードであっても良い。

【0018】本発明の実施の形態に係わる光電変換素子は、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser)、LD (Laser Diode) またはPD (Photodiode) など光信号を電気信号に変換する作用がある。また、上記光電変換素子は、Au、Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Zn、Co、Fe、Mn、Cr、Al、Sn、Pb、In、Bi、Tiなどの金属もしくはその合金を用いた金属バンプ接続、上記金属もしくはその合金からなる導電性の粒子を樹脂に混入した導電性接着材による接合、または SnO_2 、ZnO、 In_2O_3 、CdO、 CdIn_2O_4 、 Zn_2SnO_4 、 TiO_2 、ZrN、TiNもしくはCなど金属ではない導電体、上記金属ではない導電体の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂による接合、Au、Alなどの金属ワイヤ接合により例えば図1における電気配線52と電気的に接続される。

【0019】本発明の実施の形態に係わる基板本体は、絶縁材料からなり、絶縁材料はエポキシ樹脂、フェノール樹脂、テフロン（登録商標）、ポリフェニレンエーテル、BTレジン（ビスマレイミドとトリアジンの共重合体）などの有機樹脂、 SiO_2 、 B_2O_3 、BaO、 LiO_2 、MgO、CaO、 Al_2O_3 、AlN、BN、SiNなどのセラミックスやガラス、Si、Geなどの単体、またはGaAs、GaP、InP、InAs、ZnO、ZnS、CdSなどの化合物半導体を用いられる。また、上記絶縁材料がガラス、カーボンのような無機繊維、アラミドのような有機繊維による織布や不織布を内包したり、金属酸化物（ SiO_2 、 B_2O_3 、Al

2O_3 、 TiO_2 、 LiO_2 、ZnO、CaO、MgO、FeO、SnO、 Sb_2O_3 ）、金属窒化物（BN、AlN）、金属水酸化物（CaOH、MgOH、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ）、金属有機酸塩（ CaSiO_3 、 MgCO_3 、 ZnCO_3 、 BaCO_3 、 CaSO_4 、 BaSO_4 ）、金属無機酸塩（ CaSiO_3 、 CaTiO_3 、 MoS_2 、Zn(BO_3) $_2$ ）または有機高分子（ポリスチレン、ポリアクリル、ポリフェノール、ポリブタジエン）などの粒子を含有しても良い。

【0020】なお、上記基板本体は、特に電気配線を必要としない場合は上記絶縁材料の基板を用いるが、電気配線が設けられた電気回路基板でも良い。電気回路基板の電気配線は片面のみに電気配線を作製した片面板、両面に電気配線を作製した両面板がある。さらに、上記絶縁材料で隔離された3層以上の電気配線の層を有する多層板であっても良い。

【0021】上記基板本体1や上記光導波路3に設けられる電気配線は、Au、Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Zn、Co、Fe、Mn、Cr、Al、Sn、Pb、In、Bi、Tiなどの金属もしくはその合金、上記金属もしくはその合金からなる導電性の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂、 SnO_2 、ZnO、 In_2O_3 、CdO、 CdIn_2O_4 、 Zn_2SnO_4 、 TiO_2 、ZrN、TiN、Cなど金属ではない導電体または上記金属ではない導電体の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂を用いて作製される。

【0022】なお、上記両面板や多層板の電気回路基板において、電気配線は、補強された穴やスルーホールメッキによって互いに電気的に接続されても良い。ここで、上記補強された穴とはAu、Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Zn、Co、Fe、Mn、Cr、Al、Sn、Pb、In、Bi、Tiなどの金属もしくはその合金、上記金属もしくはその合金からなる導電性の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂、 SnO_2 、ZnO、 In_2O_3 、CdO、 CdIn_2O_4 、 Zn_2SnO_4 、 TiO_2 、ZrN、TiN、Cなど金属ではない導電体、または上記金属ではない導電体の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂で満たされている穴のことを指す。また、上記スルーホールメッキとは上記金属もしくはその合金、上記金属ではない導電体、またはそれを混入した導電性樹脂で穴の壁面を覆ったものであり、内部は空洞であっても良く、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、テフロン、ポリフェニレンエーテル、BTレジン（ビスマレイミドとトリアジンの共重合体）などの有機樹脂、 SiO_2 、 B_2O_3 、BaO、 LiO_2 、MgO、CaO、 Al_2O_3 、AlN、BN、SiNなどのセラミックスやガラス、Si、Geなどの単体、またはGaAs、GaP、InP、InAs、ZnO、ZnS、CdSなどの化合物半導体を用いて埋められていても良い。さらにスルーホールメッキを埋める材料がガラス、カーボンのような

無機繊維、アラミドのような有機繊維を内包したり、金属酸化物 (SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 Li_2O 、 ZnO 、 CaO 、 MgO 、 FeO 、 SnO 、 Sb_2O_3)、金属窒化物 (BN 、 AlN)、金属水酸化物 (CaOH 、 MgOH 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$)、金属有機酸塩 (CaSiO_3 、 MgCO_3 、 ZnCO_3 、 BaCO_3 、 CaSO_4 、 BaSO_4)、金属無機酸塩 (CaSiO_3 、 CaTiO_3 、 MoS_2 、 $\text{Zn}(\text{BO}_3)_2$)、有機高分子量体 (ポリスチレン、ポリアクリル、ポリフェノール、ポリブタジエン) などの粒子を含有していても良い。

【0023】また、上記電気回路基板の下面には所定の間隔で上記のように電気配線も設けても良く、 Au 、 Ag 、 Cu 、 Ni 、 Pd 、 Pt 、 Zn 、 Co 、 Fe 、 Mn 、 Cr 、 Al 、 Sn 、 Pb 、 In 、 Bi 、 Ti などの金属もしくはその合金からなる金属パンプ接続。上記金属もしくはその合金からなる導電性の粒子を樹脂に混入した導電性接着材による接合、または SnO_2 、 ZnO 、 In_2O_3 、 CdO 、 CdIn_2O_4 、 Zn_2SnO_4 、 TiO_2 、 ZrN 、 TiN もしくは C など金属ではない導電体、上記金属ではない導電性の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂による接合、 Au 、 Al などの金属ワイヤ接合により他の電気回路基板に電気的に接続できる形状であっても良い。

【0024】実施の形態2。上記実施の形態1において、反射部材の光導波路との対向面に、特に反射率の高い材料の膜が反射膜として備えられていると、光導波路と光電変換素子との光接続の効率をより高めることができる。また、波長選択性を有する反射膜を用いることにより、光導波路を伝播してきた光信号のうち所望の波長のものだけを光電変換素子に接続させることができる。上記反射膜に用いられる材料は Au 、 Al 、 Ag 、 In 、 Pb 、 Ti などの反射率の高い金属もしくはその合金、 MgF_2 などの金属塩化合物、 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 などのセラミックス、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂などの有機高分子、シリコン樹脂などの無機高分子、または GaAs 、 GaP 、 InP 、 InAs 、 ZnO 、 ZnS 、 CdS などの化合物半導体を用いることができる。さらに、上記材料の少なくともひとつを含む誘導体、共重合体または混合体を用いることができ、光信号の伝播波長により上記材料の官能基をフッ素化、重水素化、ハロゲン化したものを用いても良い。また作製される反射膜は単層膜でも多層膜でも良く、成膜はスピンコート、スプレーコート、カーテンコート、火炎堆積法、CVD (Chemical Vapor Deposition)、蒸着、スパッタなどの方法を用いて行なう。

【0025】実施の形態3。上記実施の形態1において、図1に示すように、基板本体1の上面に作製された

電気配線5および光導波路3上に作製された電気配線5と2が、互いに電気配線5により、電気的に接続されると、光一電気回路基板を小型化できる。また、図3は、本発明の実施の形態に係わる、電気配線を形成できる層を説明する断面図であり、図中矢印に示すように、電気配線は光導波路3内の下部クラッド部3a、コア部3b、上部クラッド部3c、光導波路3上、または基板本体1内のどの層に作製しても良く、各層に形成された電気配線同士を電気的に接続してもよく、電気配線同士の電気的接続は、上記電気回路基板内に設けられた電気配線の接続と同様におこなう。つまり、上記のようにして、補強された穴またはスルーホールメッキによって互いに電気的に接続される。

【0026】実施の形態4。上記実施の形態1〜3の光一電気回路基板を積層して貼りあわせることができ、光信号および電気信号とも各基板間を効率よく接続でき、さらに小型化できる。図4、図5は本発明の実施の形態の光一電気回路基板を、2枚積層して貼りあわせた光一電気回路基板の断面図であり、図中、6は貫通孔、7は貼り合わせ部、101は積層される一方の光一電気回路基板、102は他方の光一電気回路基板、12、15は各々光一電気回路基板101に設けられた第1の反射部材および第1の電気配線、22、25は各々光一電気回路基板102に設けられた第2の反射部材および第2の電気配線であり、図4は、光導波路面の一部を利用して貼り合わせた場合、図5は光導波路面の全面を利用して貼り合わせた場合である。なお、電気回路基板同士を貼り合わせた場合は、基板本体の上下両面に光導波路を作製すると同様である。また、図4、図5において、上記貼り合わせ部に、両面に光導波路を作製した光一電気回路基板を挟み込みさらに多層化を行ってもよい。また、図6は2枚の光一電気回路基板を積層した場合を示すが複数の上記基板を積層することができる。

【0027】つまり、積層は、図4、図5に示すように、一方の光一電気回路基板101に設けられた第1の反射部材12と、他方の光一電気回路基板102に設けられた第2の反射部材22とが光接続するか、または一方の光一電気回路基板101に設けられた第1の電気配線15と、他方の光一電気回路基板102に設けられた第2の電気配線25とが電気的に接続されるように行う。また、図5に示すように、積層される2枚の光一電気回路基板の全面を利用する場合は基板本体1に貫通孔6を設け、反射部材2より反射された光信号を光電変換素子4に接続させる。貫通孔の内部は空気でも良く、光電変換素子4との光接続効率を良くするため貫通孔に光導波路を設けても良い。ここで光導波路はクラッド部の屈折率より大きい屈折率を持つコア部が上記クラッド部に埋め込まれた構造をもつものであり、光導波路、光ファイバーなどを指す。

【0028】光一電気回路基板を貼り合わせるには、上

記基板の光導波路の上面にコア部またはクラッド部と同等の屈折率を持つ接着剤を用いて接着する。上記接着剤としては、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂、ペンゾシクロブテン樹脂などの有機高分子、シリコン樹脂などの無機高分子、または上記樹脂の少なくともひとつを含む誘導体、共重合体、混合体を用いられ、光信号の伝達波長により前記材料の官能基をフッ素化、重水素化、ハロゲン化したものを用いても良い。また、上記接着剤が、ガラス、カーボンのような無機繊維、アラミドのような有機繊維を内包したり、金属酸化物 (SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 LiO_2 、 ZnO 、 CaO 、 MgO 、 FeO 、 SnO 、 Sb_2O_3)、金属窒化物 (BN、 AlN)、金属水酸化物 (CaOH 、 MgOH 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$)、金属有機酸塩 (CaSiO_3 、 MgCO_3 、 ZnCO_3 、 BaCO_3 、 CaSO_4 、 BaSO_4)、金属無機酸塩 (CaSiO_3 、 CaTiO_3 、 MoS 、 $\text{Zn}(\text{BO}_3)_2$)、有機高分子量体 (ポリスチレン、ポリアクリル、ポリフェノール、ポリブタジエン) などの充填材を含有しても良い。

【0029】また、互いに積層される光—電気回路基板にそれぞれ設けられた第1および第2の電気配線の接続は、Au、Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Zn、C、O、Fe、Mn、Cr、Al、Sn、Pb、In、Bi、Tiなどの金属もしくはその合金、上記金属もしくはその合金からなる導電性の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂、 SnO_2 、 ZnO 、 In_2O_3 、 CdO 、 CdIn_2O_4 、 Zn_2SnO_4 、 TiO_2 、 ZrN 、 TiN 、Cなどの金属ではない導電体の粒子を樹脂に混入した導電性樹脂を用いて行なうことができる。

【0030】実施の形態5、図6(a)～(e)は、本発明の実施の形態の光—電気回路基板の製造方法の説明図で、(a)～(d)では製造工程、(e)では反射部材を説明する。図中、20は反射部材基部、30はダイシングソー、31は反射部材に設けた傾斜面、32は傾斜角である。まず、基板本体1上に下部クラッド部3aと反射部材の基部20を作製する(図6(a))。この時、反射部材基部20は予め基板本体1上に作製された電気配線を用いても良く、下部クラッド部3aを作製した後にメッキ、スパッタ、蒸着などの方法により作製しても良い。予め電気回路基板1上に電気配線が作製されている場合は、スパインコート、スプレーコート、カーテンコート、火炎堆積法、CVD (Chemical Vapor Deposition)、蒸着、スパッタなどの方法を用いて下部クラッド部3aを作製する。一方、クラッド部3aを先に作製する場合は紫外線硬化樹脂を用いたリソグラフィ、感光性を持たない樹脂については、ウェットエッチング、反応性イオンエッチング (RIE)、イオンビームエッチング (IBE) または型成形することにより、下部クラッド部3aをパターン

化した後、反射部材基部を作製する。

【0031】次に、電解メッキ、スパッタまたは蒸着などの方法により反射部材基部21の上部に金属またはその合金の反射部材残部を堆積して塊状の反射部材を設ける(図6(b))。この時、下部クラッド部3aの上面に金属またはその合金が付着しないようレジストを用いて一時的に下部クラッド部3aを保護しても良く、機械研磨、CMP (Chemical Mechanical Polishing)、反応性イオンエッチング (RIE)、イオンビームエッチング (IBE)、ウェットエッチングなどの方法により余分な金属を取り除いても良い。

【0032】次に、所定の角度を所定のダイシングソーにて光導波路3の光軸に対して所定の角度を持った傾斜面を反射部材に形成する(図6(c))。図中では90°の角度を持ったダイシングソーにて光導波路3の光軸に対して45°の傾斜角32を持つ傾斜面(図6(e))を形成したが、傾斜面は機械研磨、CMP (Chemical Mechanical Polishing)、反応性イオンエッチング (RIE)、イオンビームエッチング (IBE) またはウェットエッチングにより形成しても良く、傾斜角も任意に調整できる。

【0033】図7に示すように、ダイシングソーを用いれば、切断面と同一方向に並べられた反射部材ならば一度に複数の傾斜面を作製でき、機械研磨、CMP (Chemical Mechanical Polishing)、反応性イオンエッチング (RIE)、イオンビームエッチング (IBE)、ウェットエッチングなどの方法を用いれば一度に同一基板上に複数の傾斜面を作製できる。なお、図7は、本発明の実施の形態に係わるダイシングソーにより、反射部材に傾斜面を設ける方法を示す説明図であり、図中、5は電気配線、点線は切断面である。

【0034】次に、スパインコート、スプレーコート、カーテンコート、火炎堆積法、CVD (Chemical Vapor Deposition)、蒸着、スパッタなどの方法を用いてコア部3bと上部クラッド部3cを作製する(図6(d))。この時コア部3bは紫外線硬化樹脂によるリソグラフィ、また感光性を持たない樹脂については、ウェットエッチング、反応性イオンエッチング (RIE)、イオンビームエッチング (IBE)、型成形などの方法により任意のパターンを作製する。なお、図6では反射部材2が電気回路基板1の上面よりコア部3bの上面まで作製されているが、図2に示す様に反射部材2がコア部3bと対向するように作製されてもよい。

【0035】また、図6に示す一連の作製方法は金属またはその合金を反射部材とする光—電気回路基板の作製方法の一例であり、各工程に平坦化のための機械研磨、CMP (Chemical Mechanical P

olishing)、反応性イオンエッチング(RIE)、イオンビームエッチング(IBE)、ウェットエッチングなどの工程を含んでも良い。

【0036】また、図8に示す様に反射部材2と光電変換素子との光接続効率を向上させるために、上部クラッド部3c内にコア部を形成する材料からなる領域3caを設けてもよい。図8は、本発明の実施の形態において、反射部材と光導波路が対向する領域を示す断面図で、3caは上部クラッド部3c内にコア部を形成する材料からなる領域である。上記コア部を形成する材料からなる領域3caを設ける方法としては、図8に示すように、反射部材2の上部クラッド部3cをパターン化し、コア部を形成する材料をスパインコート、スプレーコート、カーテンコート、火炎堆積法、CVD (Chemical Vapor Deposition)、蒸着、スパッタするか、または反射部材2の上部に紫外線硬化樹脂によるリソグラフィ、また感光性を持たない樹脂については、ウェットエッチング、反応性イオンエッチング(RIE)、型成形などの方法によりコア部材料からなる領域3caをパターン化して形成し、上記クラッド部3cをスパインコート、スプレーコート、カーテンコート、火炎堆積法、CVD (Chemical Vapor Deposition)、蒸着、スパッタする方法がある。

【0037】

【発明の効果】本発明の第1の光導波路および電気回路を有する基板は、基板本体と、この基板本体に設けられた光導波路と、この光導波路上または上記基板本体に設けられ、上記光導波路または基板本体側に受光部または発光部を有する光電変換素子と、上記光導波路と上記光電変換素子とを光学的に接続する反射部材とを備え、上記反射部材は、上記光導波路に埋設され、上記光導波路との対向面が光導波路の光軸に対して傾斜し、塊状の金属からなるもので、実装密度と光の伝播効率が向上し、安定した伝播特性を有するという効果がある。

【0038】本発明の第2の光導波路および電気回路を有する基板は、上記第1の光導波路および電気回路を有する基板において、光導波路が下部クラッド部と、この下部クラッド部に設けたコア部と、このコア部に設けた上部クラッド部とからなり、反射部材は少なくとも上記コア部と対向するもので、実装密度と光の伝播効率が向上するという効果がある実装密度と光の伝播効率が向上するという効果がある。

【0039】本発明の第3の光導波路および電気回路を有する基板は、上記第1または第2の光導波路および電気回路を有する基板において、光導波路内に電気配線が設けられ、光導波路上または基板本体に設けられた電気配線と電気的に接続されているもので、特に実装密度が向上するという効果がある。

【0040】本発明の第4の光導波路および電気回路を

有する基板は、上記第1ないし第3のいずれかの光導波路および電気回路を有する基板が複数積層されたもので、上記光導波路および電気回路を有する一方の基板に設けられた第1の反射部材と、上記光導波路および電気回路を有する他方の基板に設けられた第2の反射部材との光接続、並びに上記光導波路および電気回路を有する一方の基板に設けられた第1の電気配線と、上記光導波路および電気回路を有する他方の基板に設けられた第2の電気配線との電気的接続の少なくとも一方が施されているもので、特に小型化できるという効果がある。

【0041】本発明の第1の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法は、下部クラッド部とこの下部クラッド部に設けたコア部とこのコア部に設けた上部クラッド部とからなり、基板本体に設けられた光導波路の、少なくとも上記コア部に対向して、反射部材が埋設される上記第2ないし第4のいずれかの光導波路および電気回路を有する基板の製造方法であって、上記基板本体に、上記光導波路の光軸に対して傾斜する面を備えた塊状の金属からなる反射部材を設ける工程、並びに上記反射部材を埋設するように光導波路を設ける工程を施す方法で、製造が容易であるという効果がある。

【0042】本発明の第2の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法は、上記第1の光導波路および電気回路を有する基板の製造方法において、基板本体に反射部材を設ける工程の前に、基板本体上に予め光導波路の下部クラッド部を設ける工程を施す方法で、製造が容易であるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の光—電気回路基板を説明する断面図である。

【図2】 本発明の実施の形態の光—電気回路基板において、反射部材と光導波路が対向する領域を示す断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態に係わる、電気配線を形成できる層を説明する断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態の光—電気回路基板の断面図である。

【図5】 本発明の実施の形態の光—電気回路基板の断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態の光—電気回路基板の製造方法の説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態に係わる、反射部材に傾斜面を設ける方法を示す説明図である。

【図8】 本発明の実施の形態において、反射部材と光導波路が対向する領域を示す断面図である。

【図9】 従来の光信号伝播システムの構成を示す断面図である。

【符号の説明】

1 基板本体、2 反射部材、3 光導波路、3a 下部クラッド部、4 光電変換素子、51〜54 電気配

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H O 5 K 1/02

識別記号

F I

H O 1 L 31/02

(参考)

D

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 CA37 DA02

DA03 DA06

2H047 LA09 MA07 PA02 PA04 PA05

PA22 PA24 QA01 QA04 QA05

RA08 TA32 TA43

5E338 AA03 AA16 BB63 BB71 BB75

CC01 CC10 EE11 EE21 EE32

5F073 AB17 AB25 AB29 BA01 FA30

5F088 BB01 JA14